

Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité à l'échelle d'un territoire

**Cas de la gestion individuelle et collective
des effluents d'élevage à l'île de la Réunion**

Jean-Marie Paillat

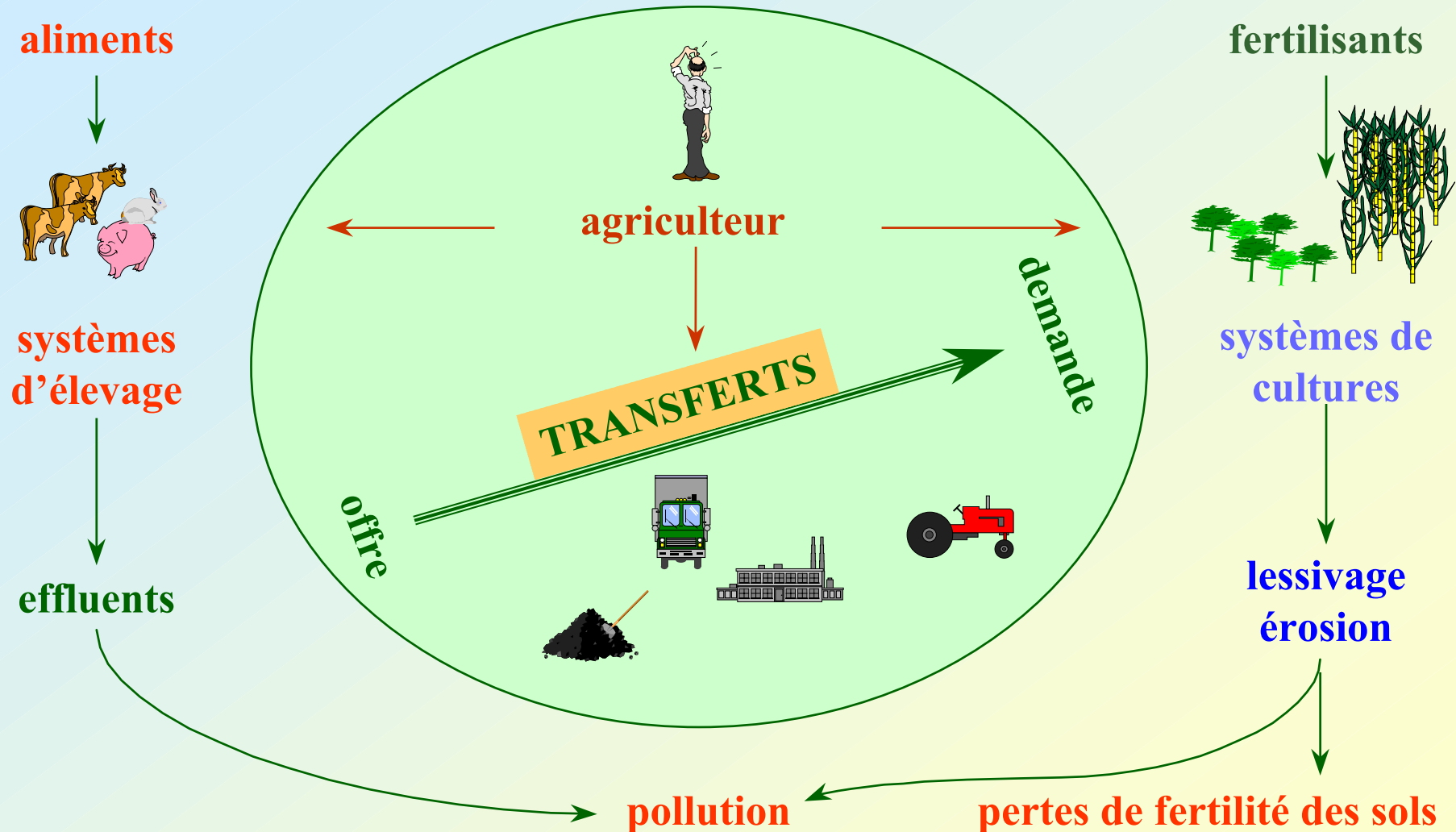
Cirad-Tera/Inra-EA, UMR SAS, Rennes

François Guerrin

Inra-BIA/Cirad-Tera, équipe Gdor, Réunion



Problématique



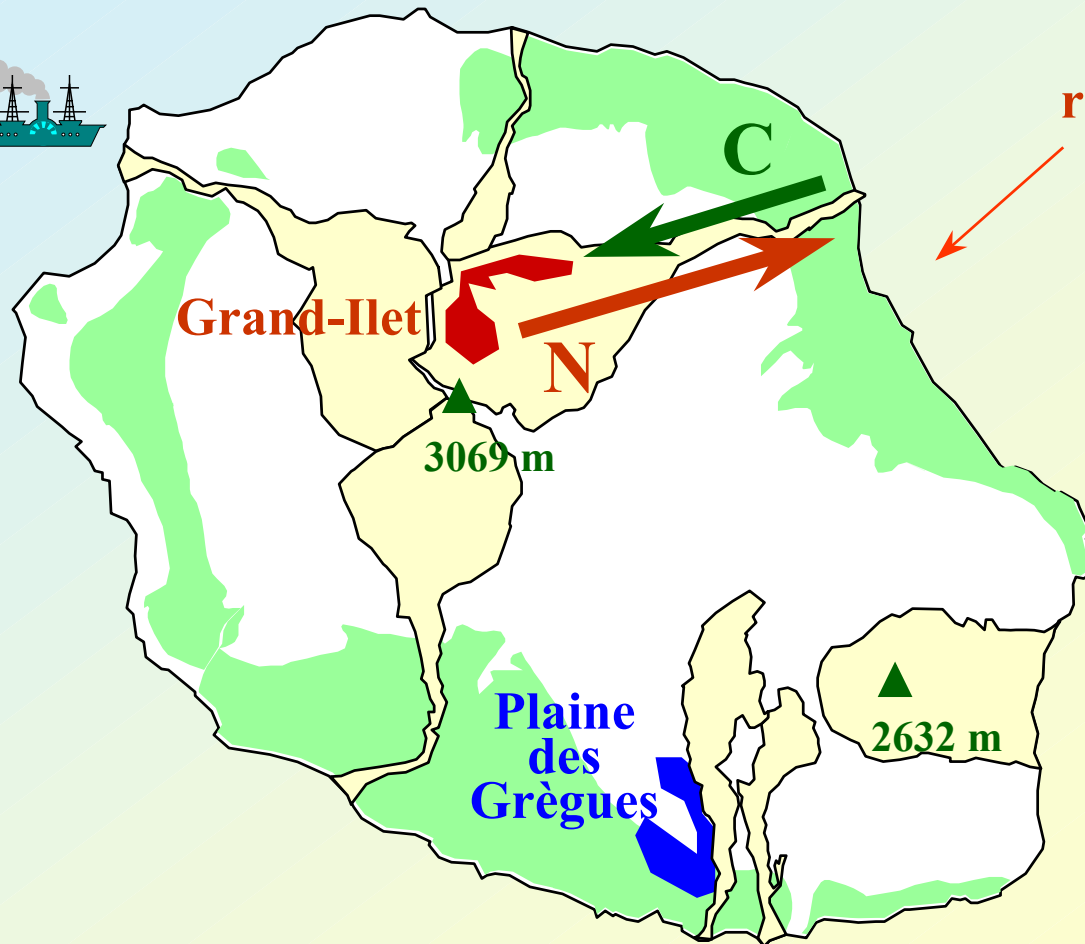
Problématique

Transferts de biomasse à la Réunion

beaucoup
d'intrants :
aliments,
engrais



réglementation



J.-M. Paillat
UMR SAS



Problématique

Effluents d'élevage : 3/4 N des déchets organiques produits à la Réunion

Production excédentaire dans certaines zones :

- intensification de l'élevage
- SAU épanachable limitée



Pollution dans
les zones
excédentaires

Forte demande en MO adaptées dans d'autres zones :

- maintien de la fertilité des sols tropicaux
- besoins spécifiques (maraîchage)



Perte de fertilité
dans les zones
déficitaires



Nécessité d'organisation de transferts de MO

Niveau individuel :

- au sein de l'exploitation agricole

Niveau collectif :

- entre exploitations distinctes
- approvisionnement d'unités de transformation collective



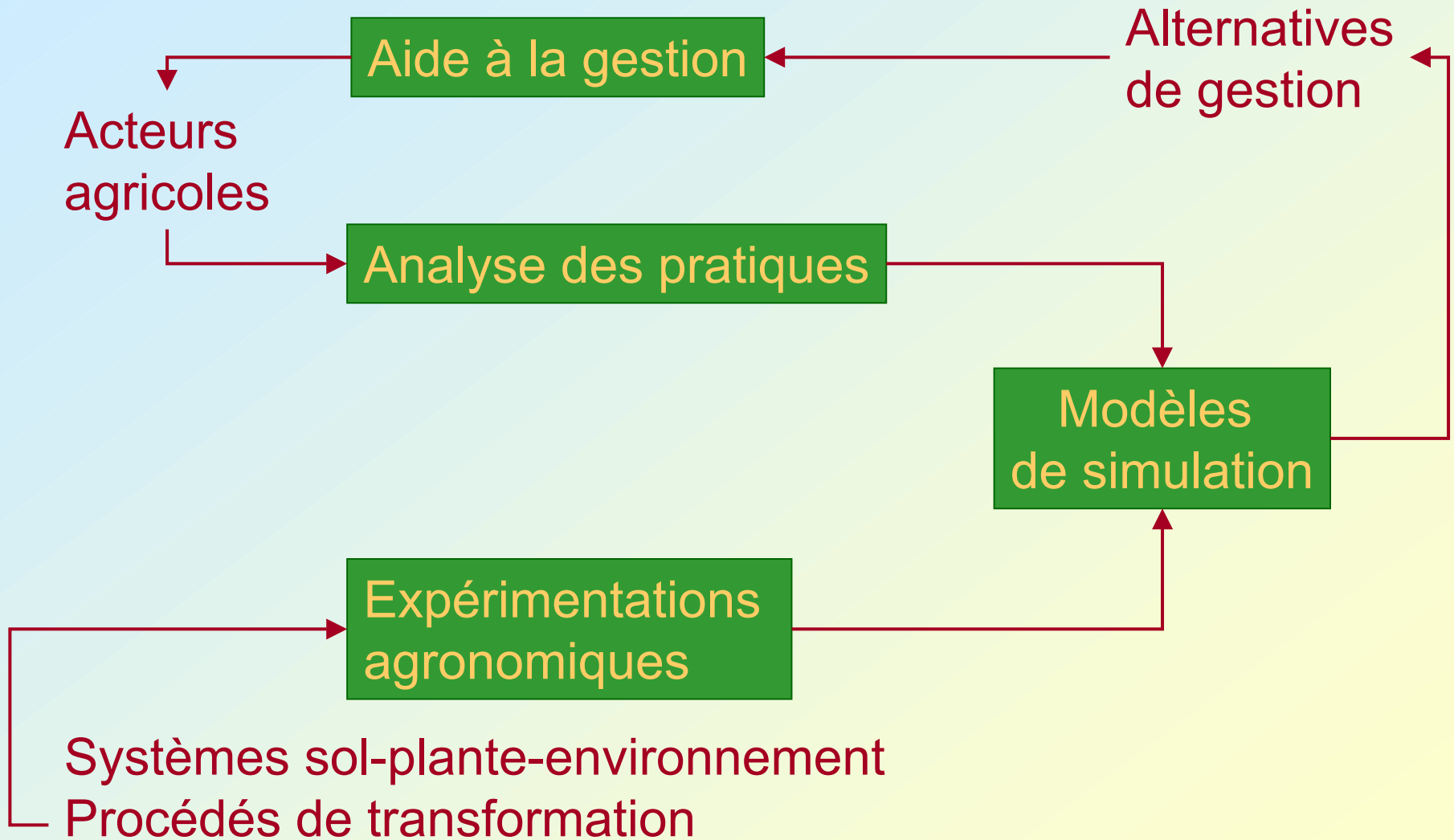
Objectifs de l'ATP 99/60

Problème complexe : **contraintes contradictoires**
 nombreux acteurs
 multiplicité des niveaux d'organisation
 multiplicité d'échelles spatiales et temporelles

1. Construction de modèles de gestion des MO & transferts de fertilité :
 - au niveau individuel
 - au niveau collectif
2. Evaluation & test de stratégies de gestion des flux de MO à ces 2 niveaux :
 - pris séparément
 - couplés (interaction individuel/collectif)
3. Evaluation des impacts agronomiques & environnementaux
 - synthèse et acquisition de données
 - couplage modèles de gestion/modèles biophysiques



Approche suivie



Organisation / collaborations

Thème 1 : Niveau individuel

C. Aubry (Inra-Sad, Tananarive)
R. Martin-Clouaire, J.P. Rellier (Inra-BIA, Toulouse)
F. Guerrin, J.M. Médoc, J.M. Paillat (Gdor)

Thème 2 : Niveau collectif

R. Courdier (Univ. Run-Iremia), S. Ferrari (Univ. Run-Ceresur)
C. Le Page, S. Farolfi, P. Bommel (Cirad-Tera, Montpellier)
M. Tidball (Inra-ESR, Montpellier)
J.P. Steyer (Inra-EA, Narbonne), P. Lopez (CNRS-Laas, Toulouse)
F. Guerrin, A. Hélias, J.M. Paillat (Gdor)

Thème 3 : Valorisation agronomique et évaluation du risque environnemental

P. Leterme, T. Morvan, L. Ruiz (Ensar / Inra-EA, Rennes)
D. Flura, S. Générmont (Inra-EA, Grignon)
J.L. Farinet (Cirad-CA, Montpellier), Y. Hurvois (Agence de l'Eau LB)
P.F. Chabalier, F. Guerrin, J.M. Médoc, J.M. Paillat, H. Saint Macary (Gdor)

J.-M. Paillat
UMR SAS



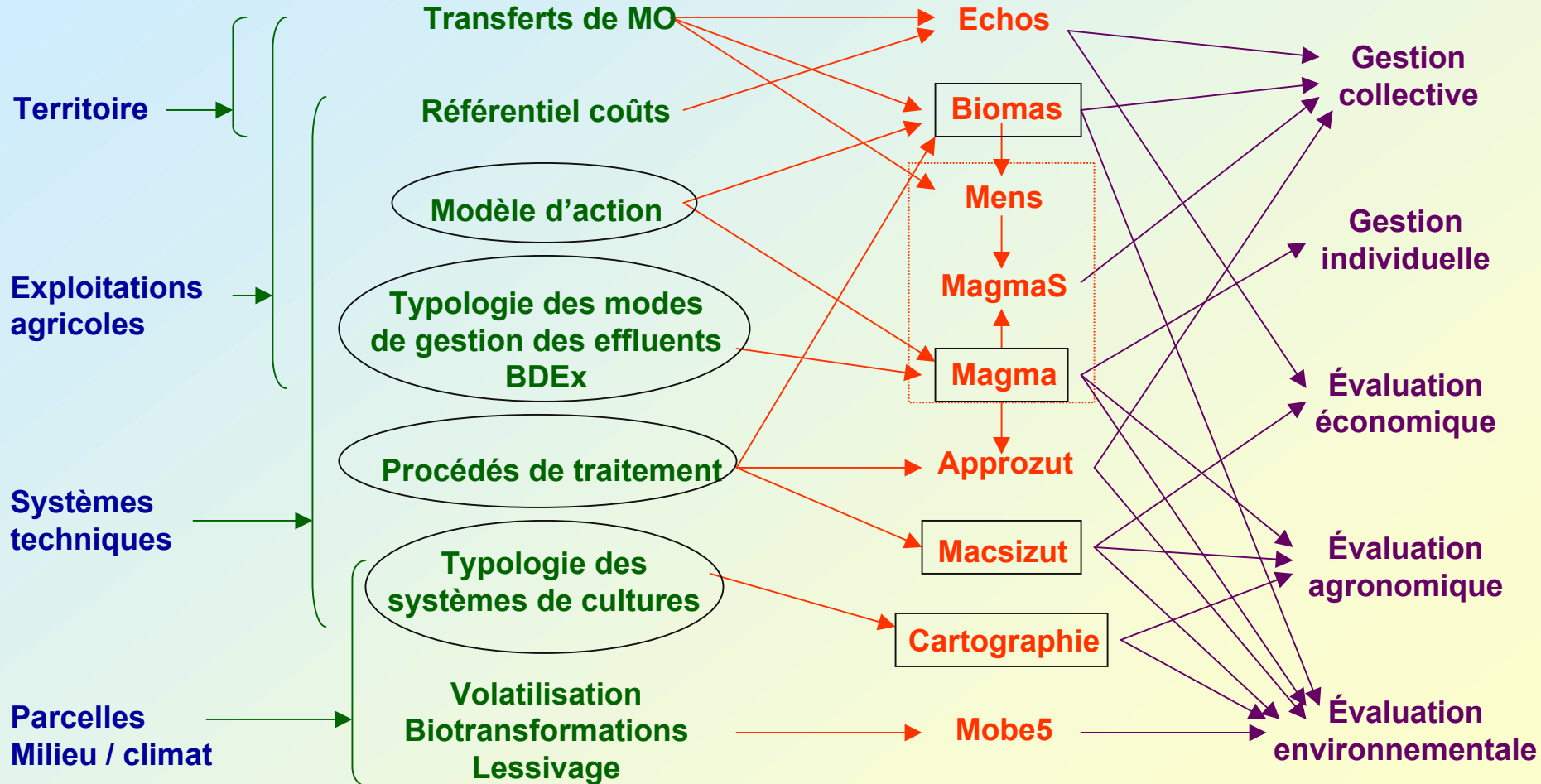
Résultats

Echelles

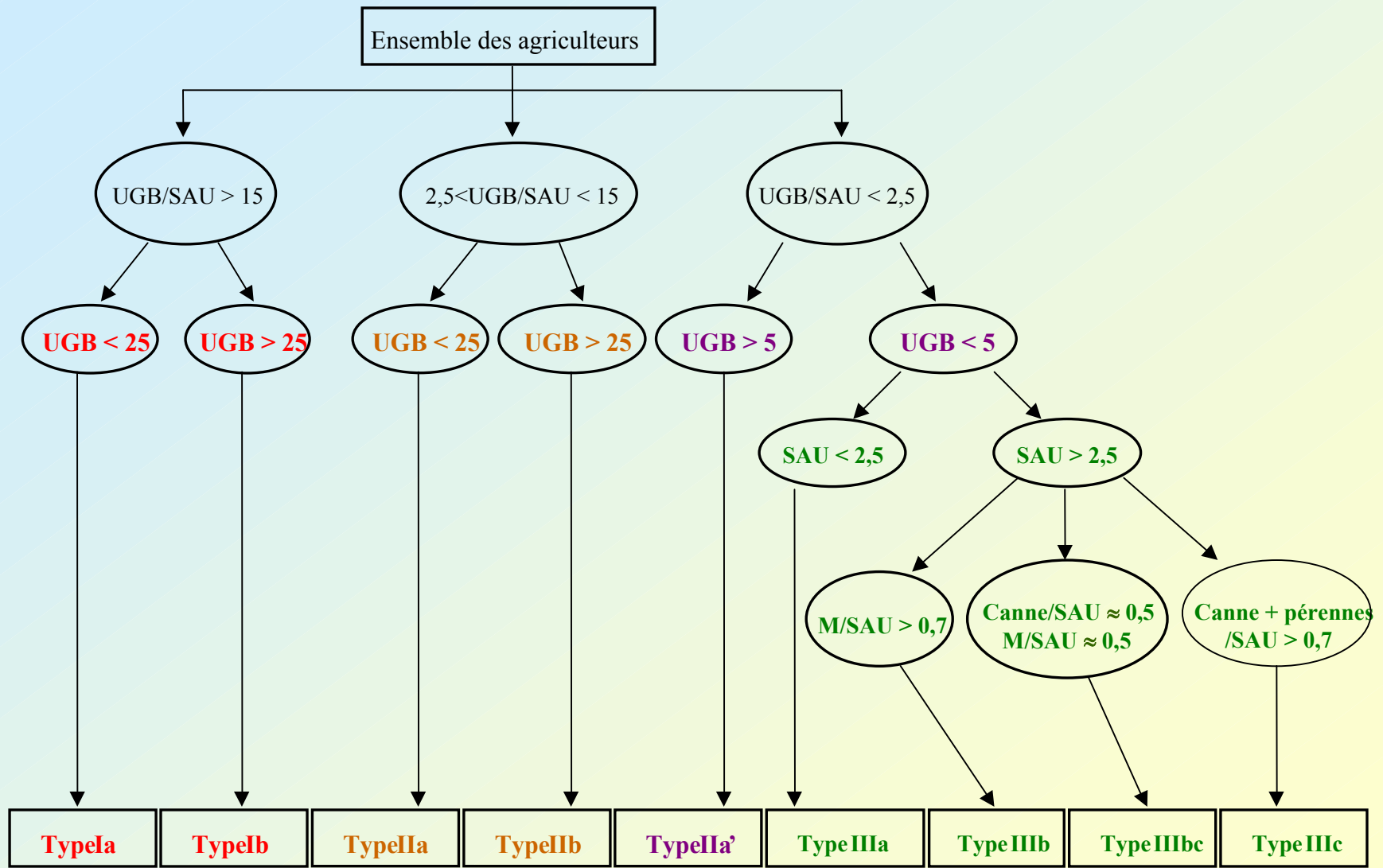
Organisation des données

Modèles

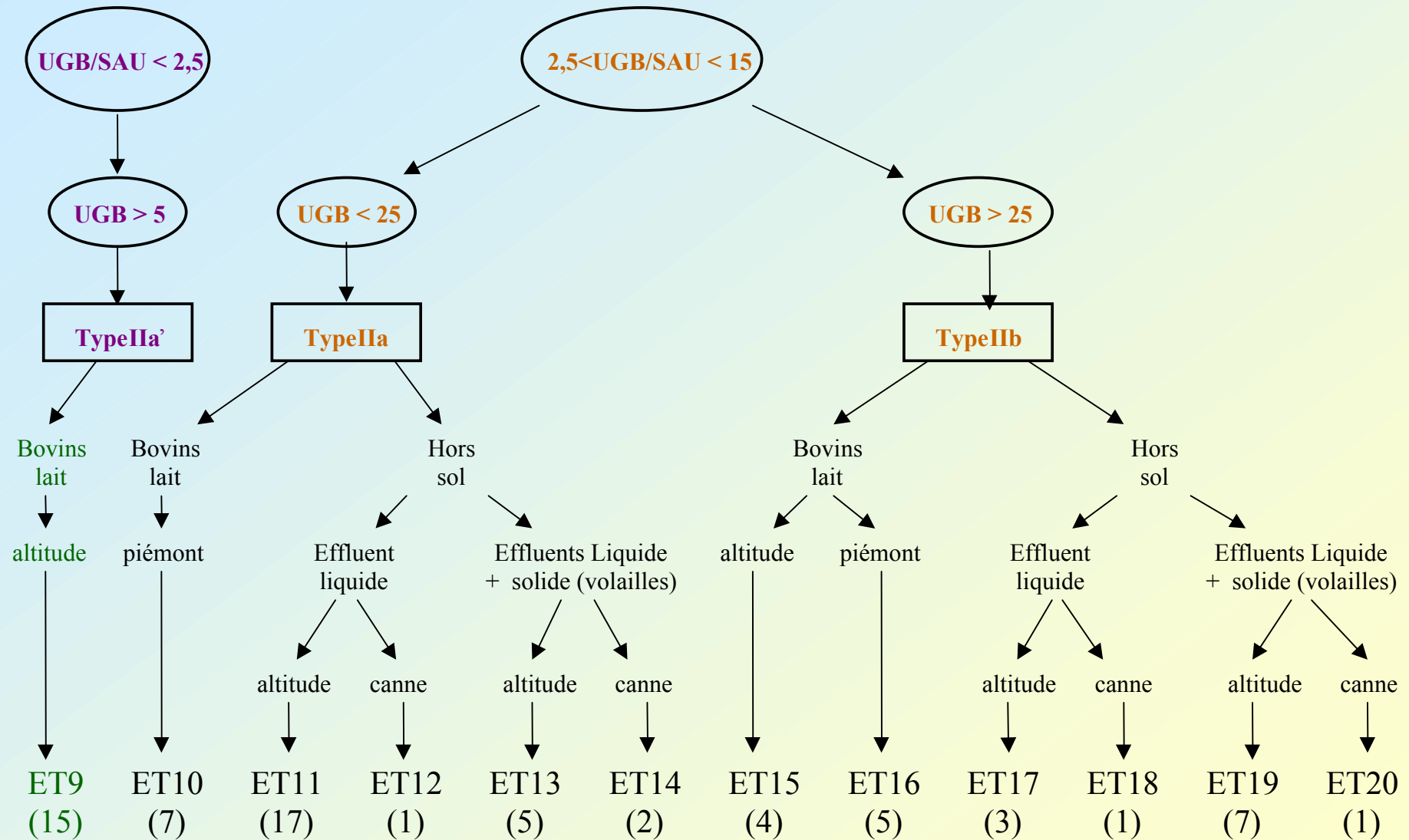
« Sorties »



Résultats Typologie des modes de gestion des effluents

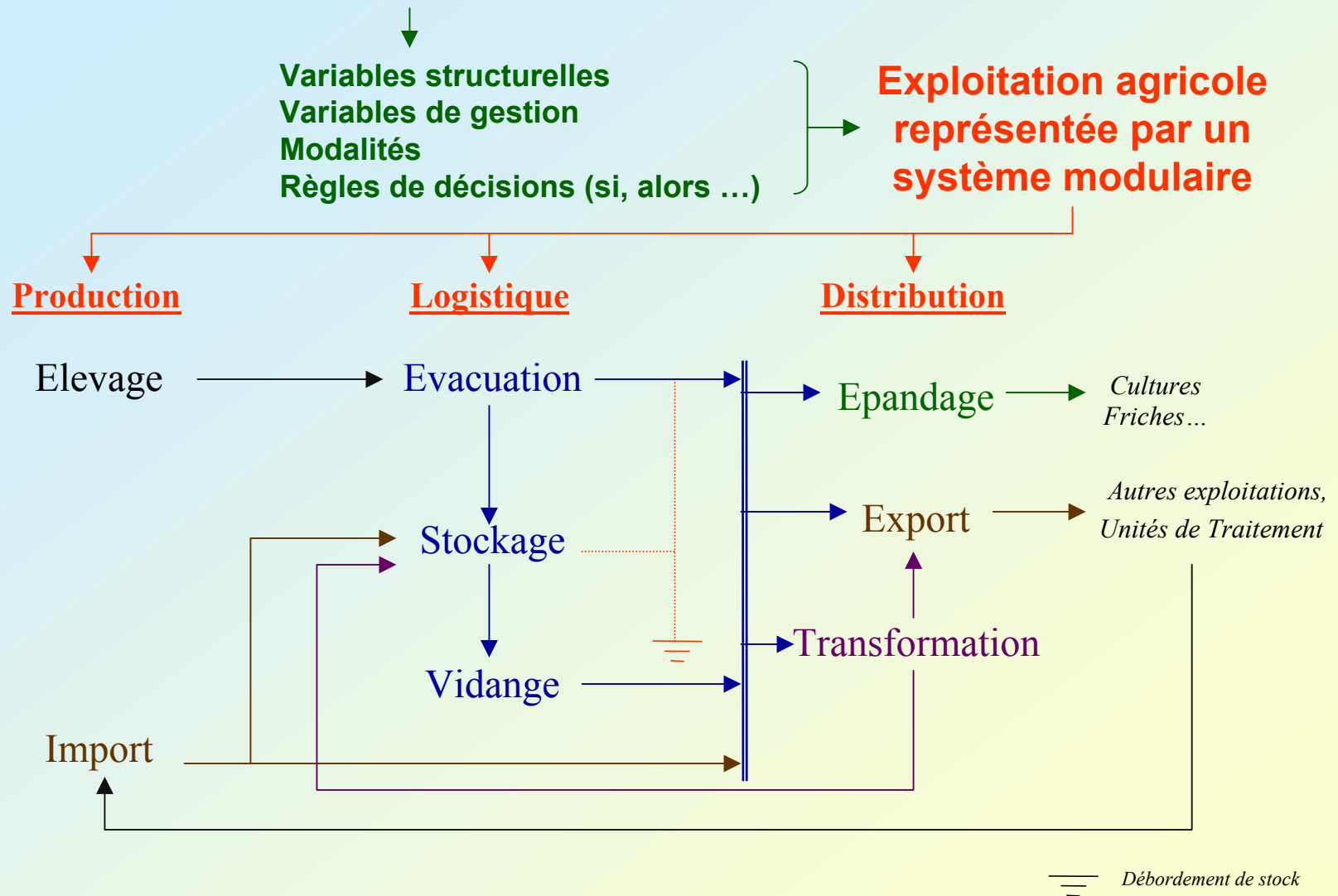


Résultats Typologie des modes de gestion des effluents



Résultats

Modèle d'action

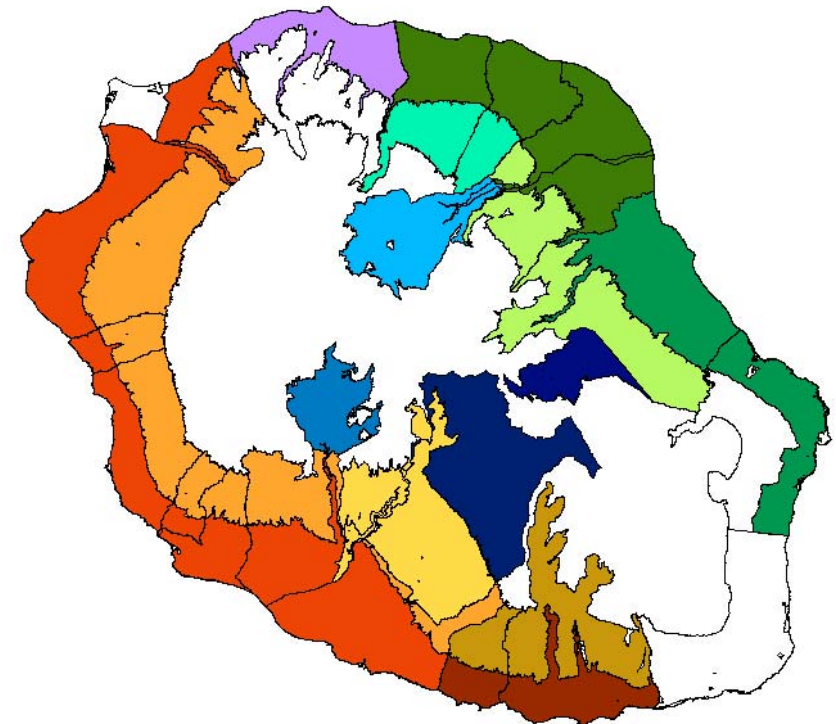


Résultats

Typologie des systèmes de cultures

Zone	Type dominant	Critère de détermination		
		Pluvio. (mm)	Altitude	Irrigué
A	Canne pluviale et ananas majoritaire	1500 – 3000	< 400m	Non
B	Canne pluviale, litchi et banane majoritaire	3000 – 5000	< 400m	Non
C	Canne pluviale d'altitude, maraîchage humide	2000 – 3000	> 400m	Non
D	Canne pluviale d'altitude, fruitiers humides	3000 – 4000	> 400m	Non
E	Maraîchage et ananas	1500	< 400m	Non
F	Maraîchage et fruits tempérés	3500		Non
G	Maraîchage et cucurbitacées	2000		Non
H	Canne pluviale d'altitude, pâturages et maraîchage	1500 – 2000	> 400m	Non
I	Pâturages et maraîchage d'altitude	2000 – 4000		Non
J	Canne pluviale, fruitiers et maraîchage	1500 – 3000	< 400m	Non
K	Canne pluviale d'altitude, fruitiers et maraîchage	1500 – 2000		Non
L	Canne pluviale ou irriguée, fruitiers et maraîchage secs	< 1000	< 400m	Oui
M	Canne pluviale d'altitude, fruitiers secs et élevage	1000 – 1500	> 400m	Non

Carte des régions agricoles de la Réunion.



Typologie des systèmes de cultures.
Proposition de zonage

- A. Canne pluviale et ananas majoritaire
- B. Canne pluviale, litchis et banane majoritaire
- C. Canne pluviale d'altitude, maraîchage humide
- D. Canne pluviale d'altitude, fruitiers humides
- E. Maraîchage et ananas
- F. Maraîchage et fruits tempérés
- G. Maraîchage et cucurbitacées
- H. Canne pluviale d'altitude, pâturages et maraîchages
- I. Pâturages et maraîchage d'altitude
- J. Canne pluviale, fruitiers et maraîchage
- K. Canne pluviale d'altitude, fruitiers et maraîchage
- L. Canne pluviale ou irriguée, fruitiers et maraîchage secs
- M. Canne pluviale d'altitude, fruitiers secs et élevage
- Zone non retenue pour l'étude*

0 10 kilomètres



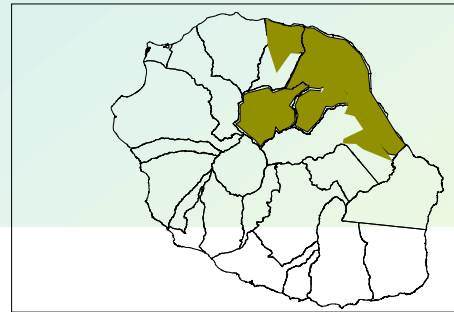
* Ces zones comprennent les régions urbaines ou d'altitude supérieure à 1200 mètres (à l'exception de la commune du Tampon) et celles dont les données ne sont pas disponibles.

Sources : BD TOPO IGN 1997, CIRAD.

Mai 2002.

Résultats

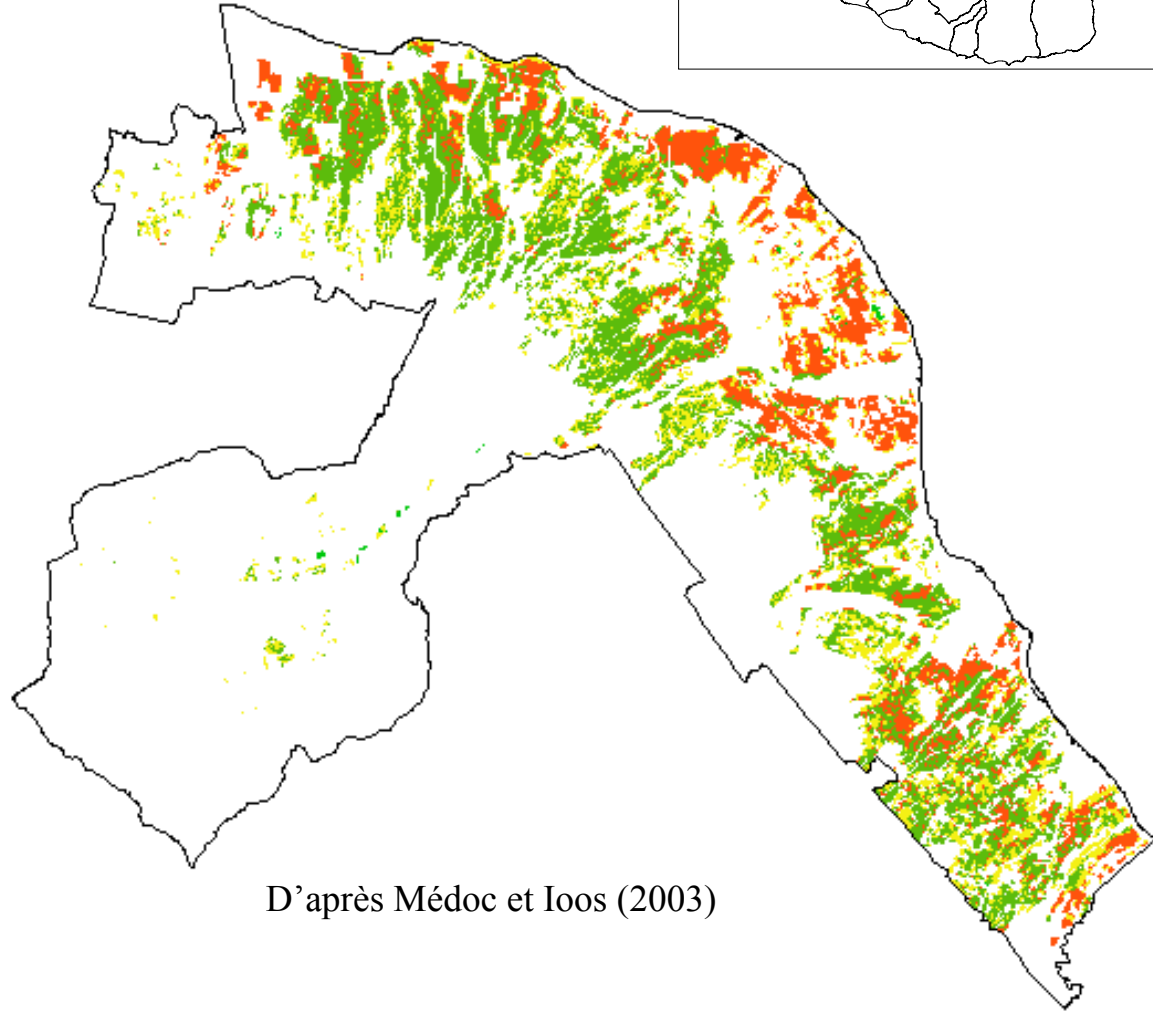
Identification des bassins de consommation potentiels des matières organiques produites à Grand Ilet



Cartographie des zones potentiellement épanposables pour la zone côtière Nord-Est de la Réunion. Les critères utilisés pour l'élimination des surfaces sont les critères de la réglementation sur l'épandage. Le critère de pente interdisant l'épandage de matières liquides a été fixé à 7%.

Cette zone représente 46 290 ha avec 12 400 ha de SAU :

- 3197 ha peuvent recevoir de la MO liquide et solide (rouge),
- 7076 ha peuvent recevoir uniquement de la MO solide (vert),
- 36017 ha ne sont pas aptes à l'épandage dont 2119 ha de SAU (jaune).



D'après Médoc et Ioos (2003)

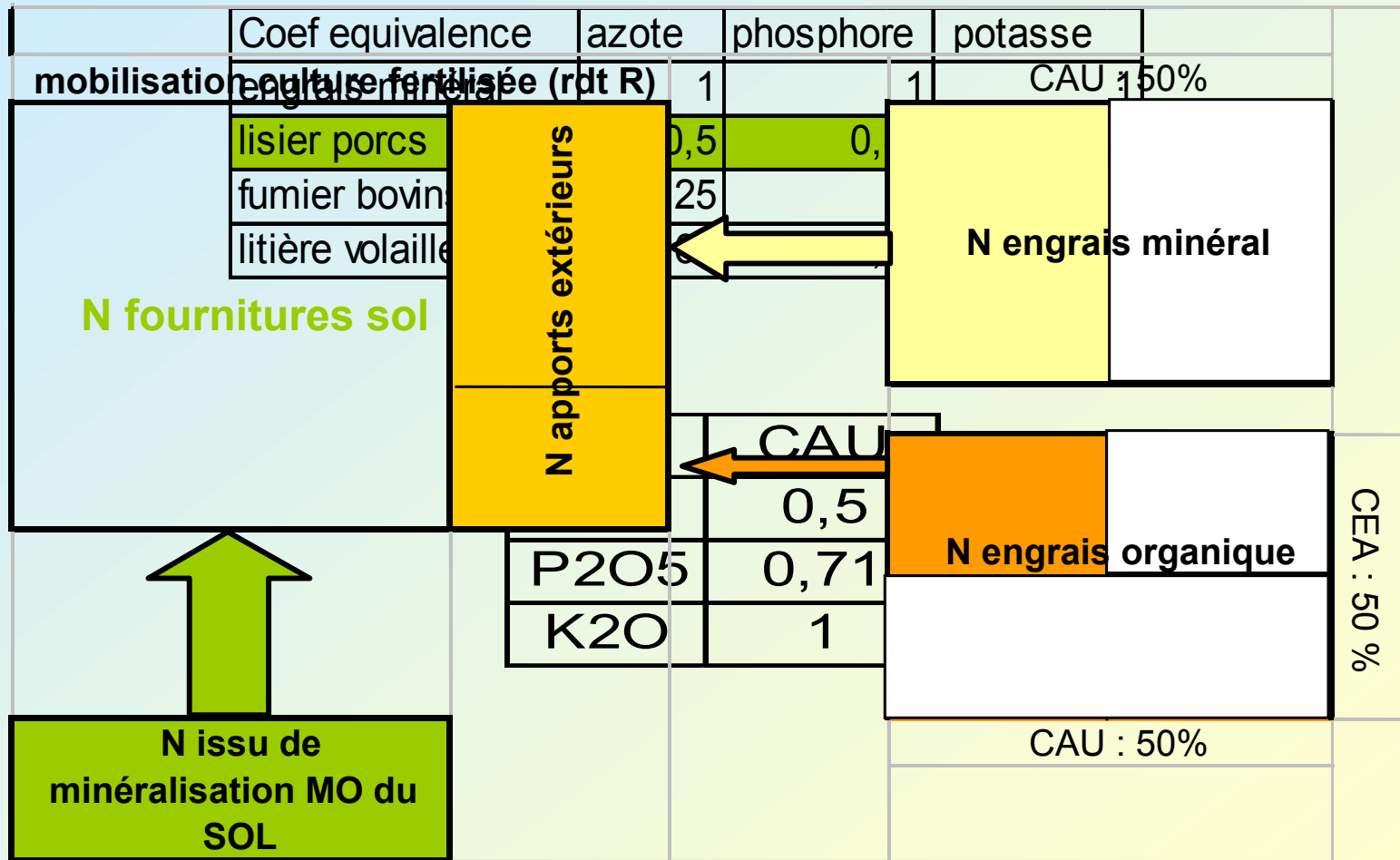
J.-M. Paillat
UMR SAS



Résultats

Identification des bassins de consommation potentiels des matières organiques produites à Grand Ilet

Exemple de la canne en repousse - cas de l'azote



Résultats

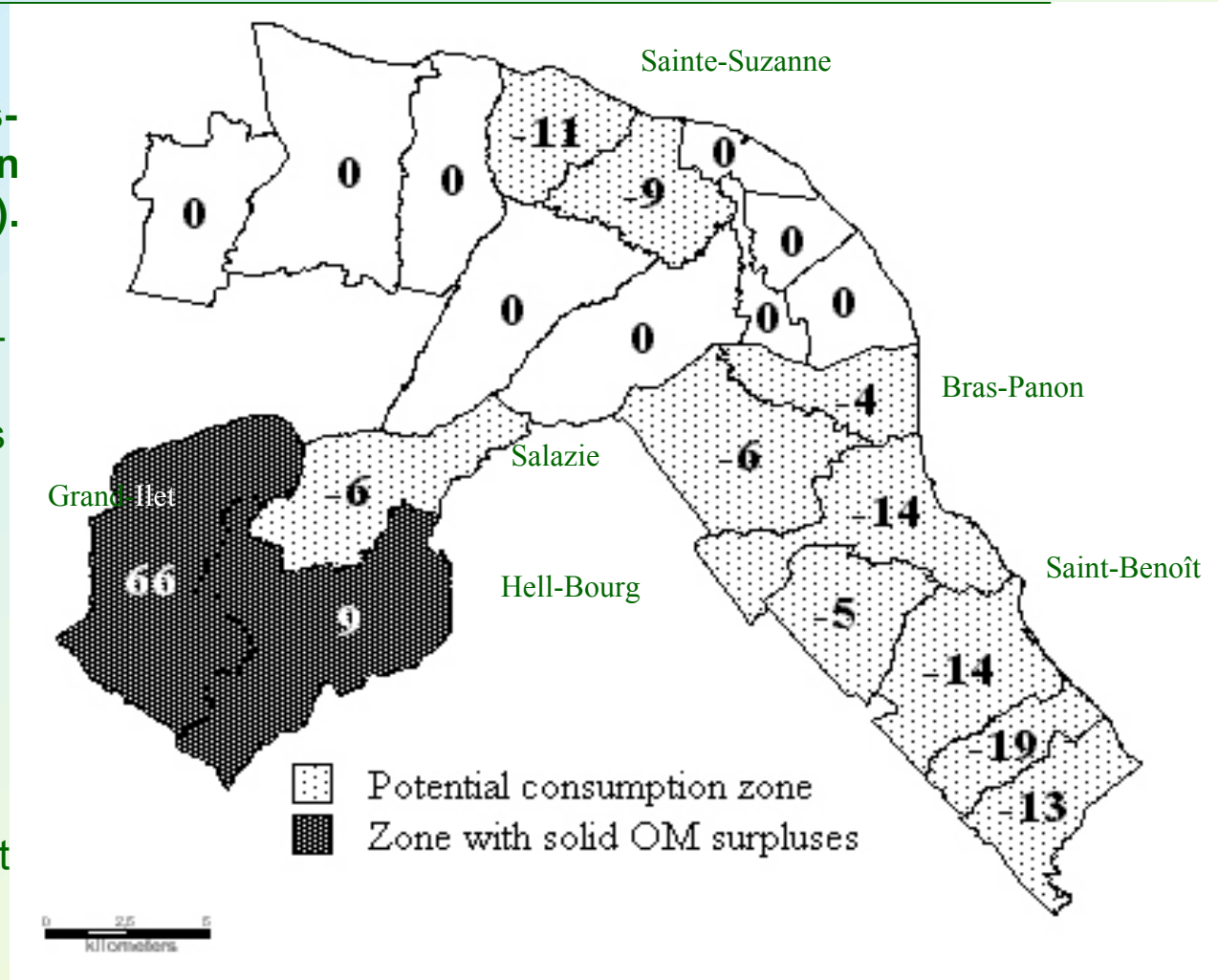
Identification des bassins de consommation potentiels des matières organiques produites à Grand Ilet

Bilan d'azote pour les MO solides en tonnes par sous-commune agricole et par an (d'après Médoc et al., 2004).

1- Excédent en effluents liquides pour toutes les sous-communes de cette zone. L'exportation des lisiers bruts de Grand-Ilet vers la zone littorale n'est pas faisable.

2- Déficit en produits organiques solides tels que fumiers ou composts.

⇒ transformation de l'effluent nécessaire



Résultats **Macsizut : traitement des lisiers de porcs**

Classification des techniques et procédés de traitement (d'après Farinet et al., 2003).

Nb. CP exportés	Nb. CP à gérer	Nature et mode de gestion des CP	Destructif sur N	Conservateur sur N
1	0			(Imprégnation/compostage)
2	0			<i>Sirven, Kaltenbach-Thuring</i>
0	1	Liquide à épandre (LT)	NDN	
		Liquide concentré à traiter		<i>Lisikit, Sefipur,</i>
1	1	Liquide à épandre (LT)	<i>Agrifiltre®, Amolis-B</i>	<i>Balcopure, Ecoliz®</i>
0	2	Liquide (LT) + 1 CP à épandre/traiter	NDN-SP, <i>Smelox, EuroBiosor</i>	<i>Agri-Protech, centrifugation</i>
1	2	Liquide (LT) + 1 CP à épandre/traiter		<i>AVDA</i>
0	3	Liquide (LT) + 2 CP à épandre/traiter	NDN-S	

CP : co-produits ; LT : lisier traité ; NDN : nitrification-dénitrification ; SP : séparation de phase poussée ; S : séparation de phase



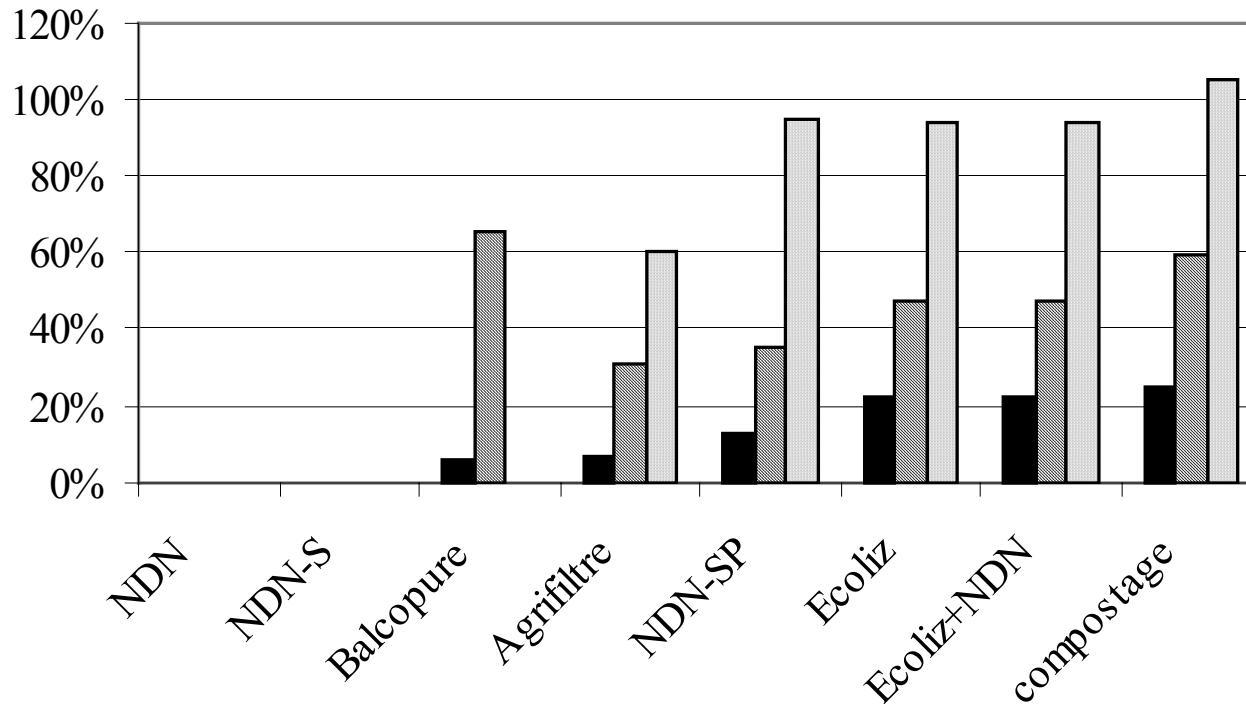
Résultats

Macsizut : traitement des lisiers de porcs

Quantités de co-produits, d'azote et de phosphore générées par différentes filières de traitement du lisier en % de la charge de lisier à traiter (d'après Farinet et al., 2003).

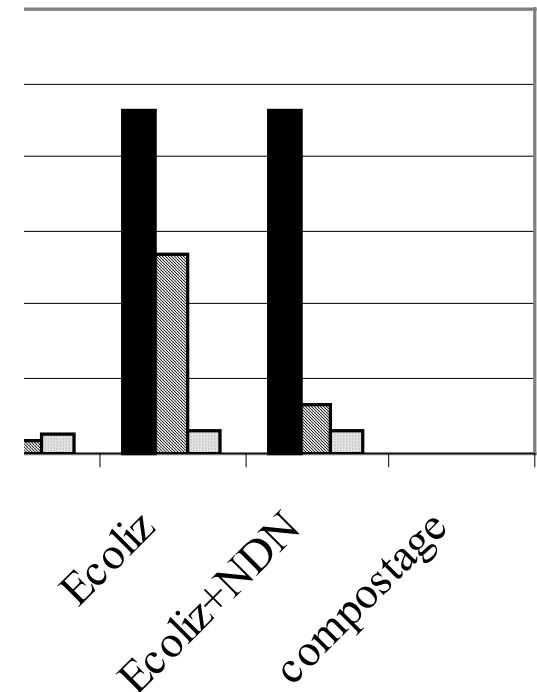
Co-produits exportés

■ Q ■ N ■ P



Éner

■ P

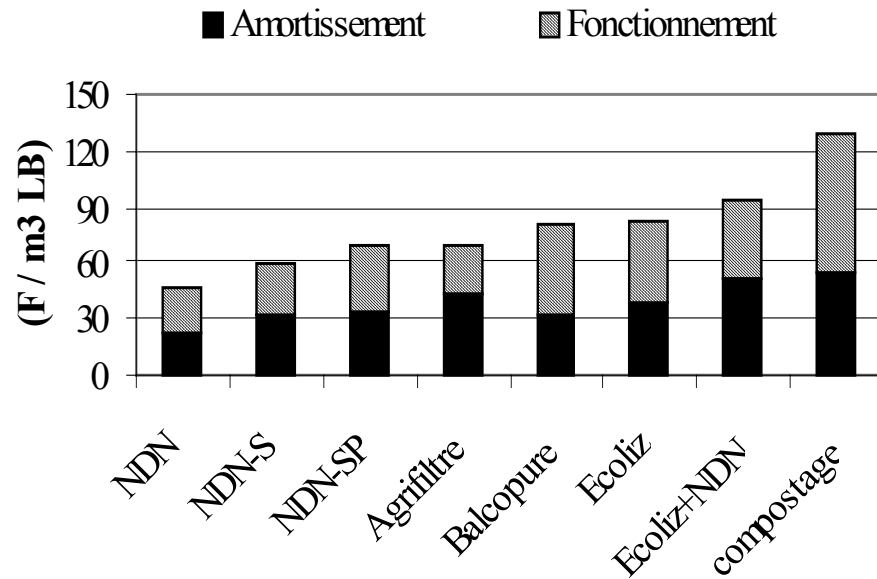


Résultats

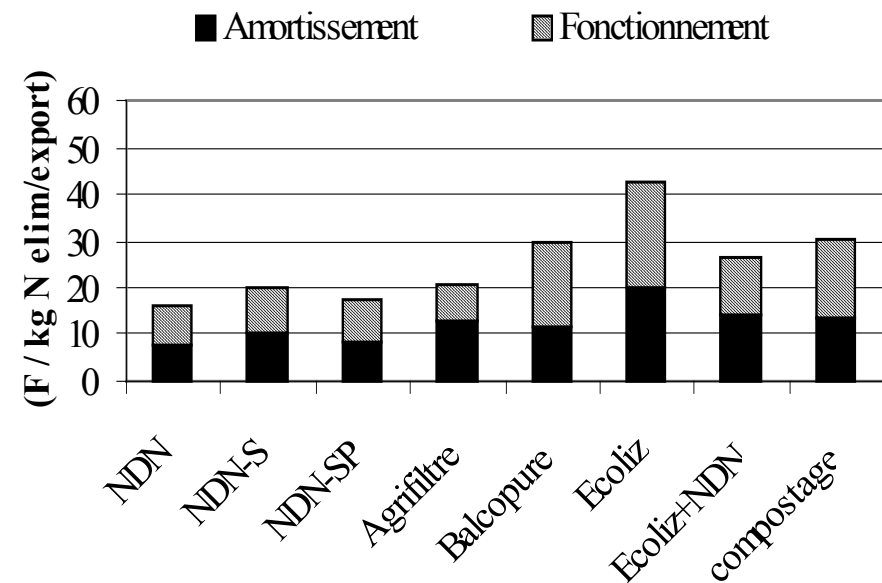
Macsizut : traitement des lisiers de porcs

*Coûts totaux de traitement du lisier et de l'azote pour un débit à traiter de 16 m³/j
(d'après Farinet et al., 2003).*

Coût de traitement du lisier



Coût de traitement de l'azote



Résultats

Transport de paille en élevage bovin laitier et compostage

Gestion de C et N par la complémentarité entre filières et entre territoires

Filière canne à sucre

- 1- Ramassage et pressage des pailles de canne au champ
- 2- Récupération, séchage et pressage des pailles à l'usine

BAS

Filière animales (bovins, porcs)

- 1- Alimentation (bovins)
- 2- Constitution de litière
- 3- Fabrication de fumiers

HAUTS

Compostage

BAS - PIEMONTS

Filière maraîchage

- 1- amendement et fertilisation
- 2- support de culture

Plaine des cafres : retournement d'andain de compost de fumier de bovins sur paille de canne
(photo J. Lepetit)

J.-M. Paillat
UMR SAS



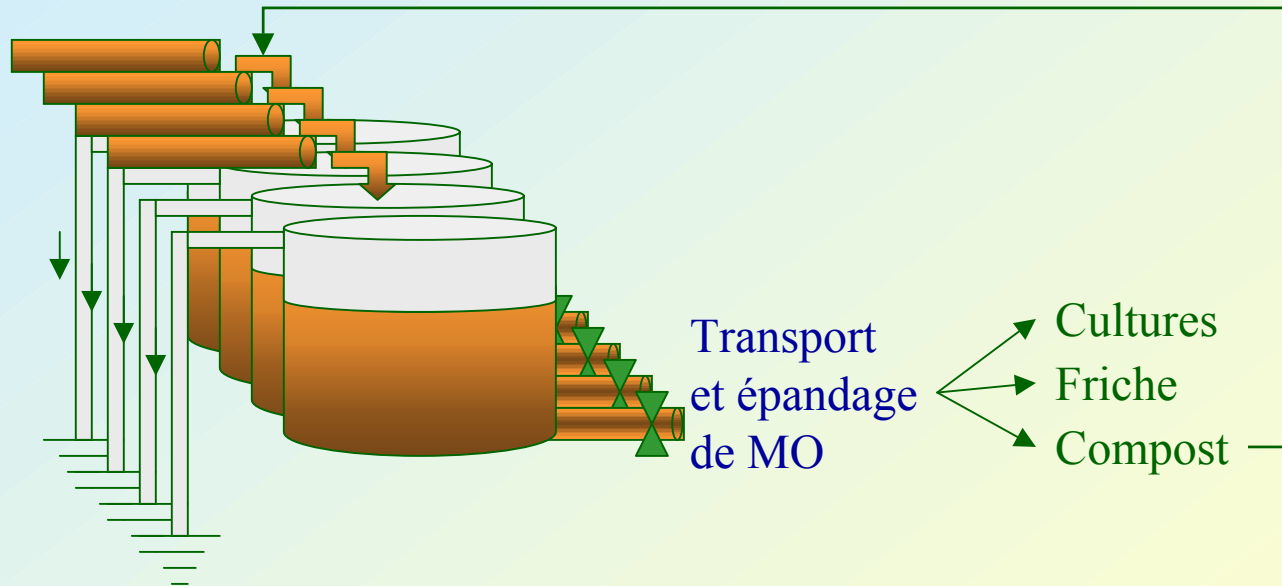
Résultats Magma (système dynamique hybride - Vensim)

VUE CONCEPTUELLE

Flux production

Stocks

Flux consommation



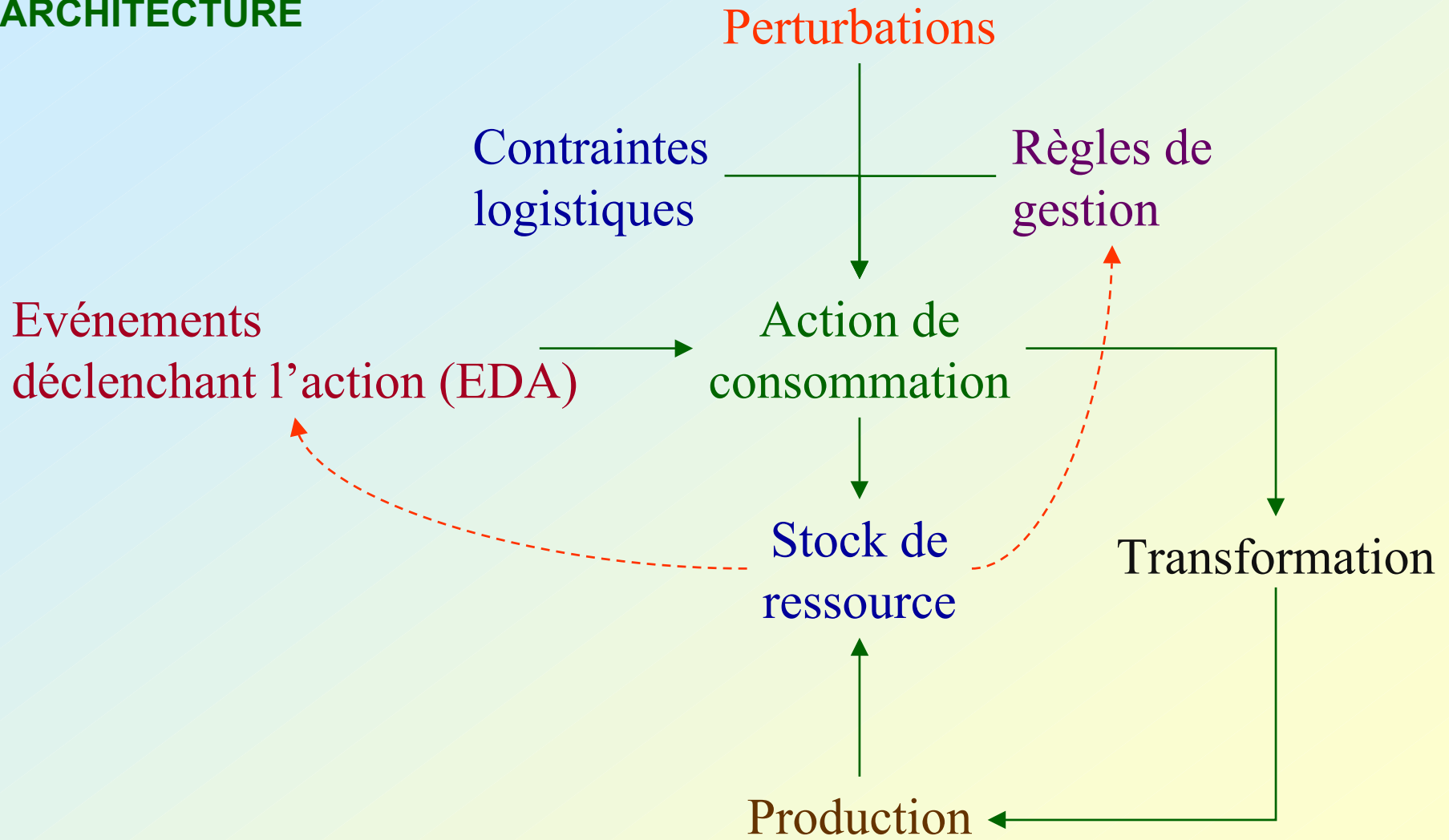
Débordement

Temps et organisation
du travail

Surfertilisation
Epandage sur friche

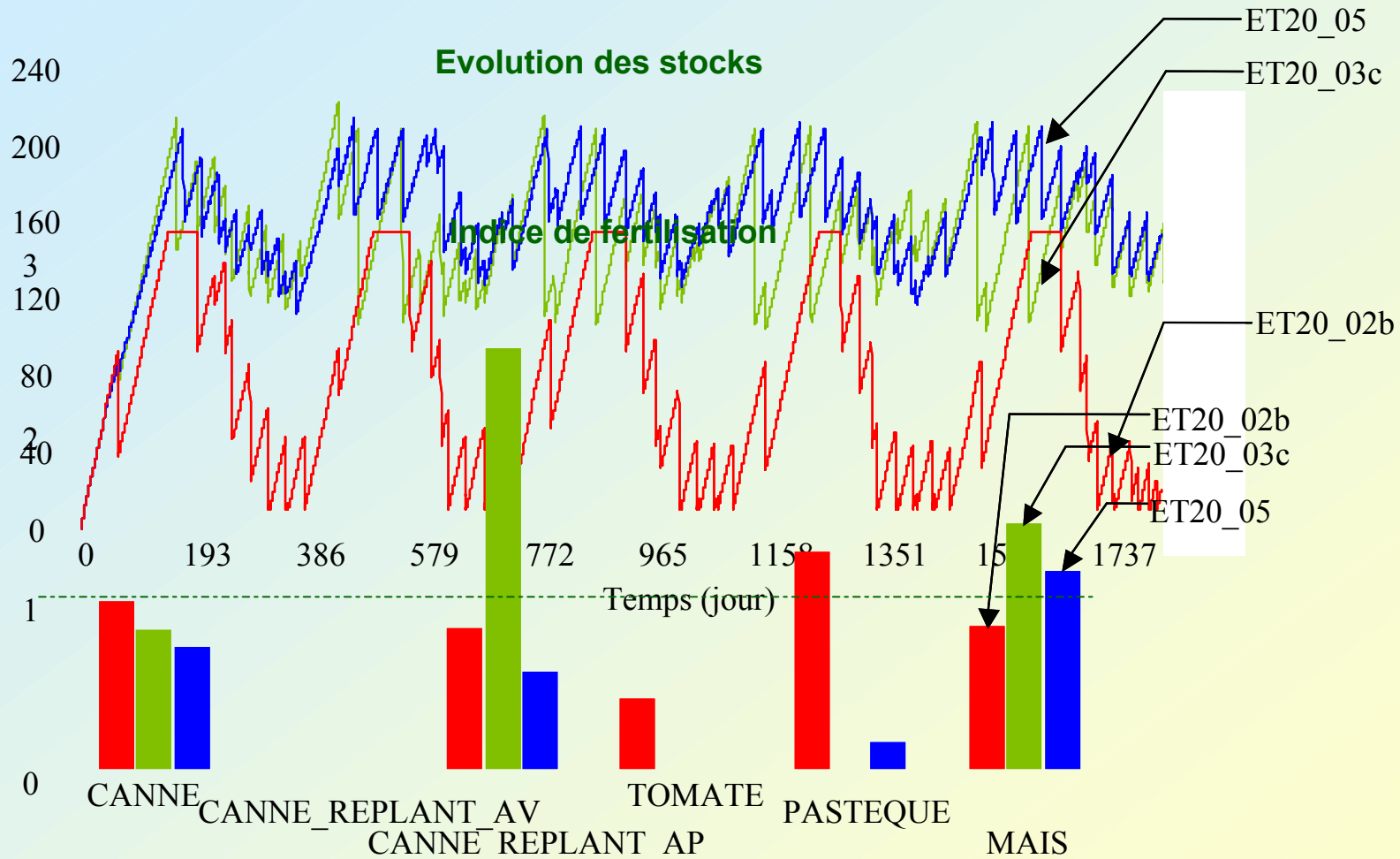


ARCHITECTURE

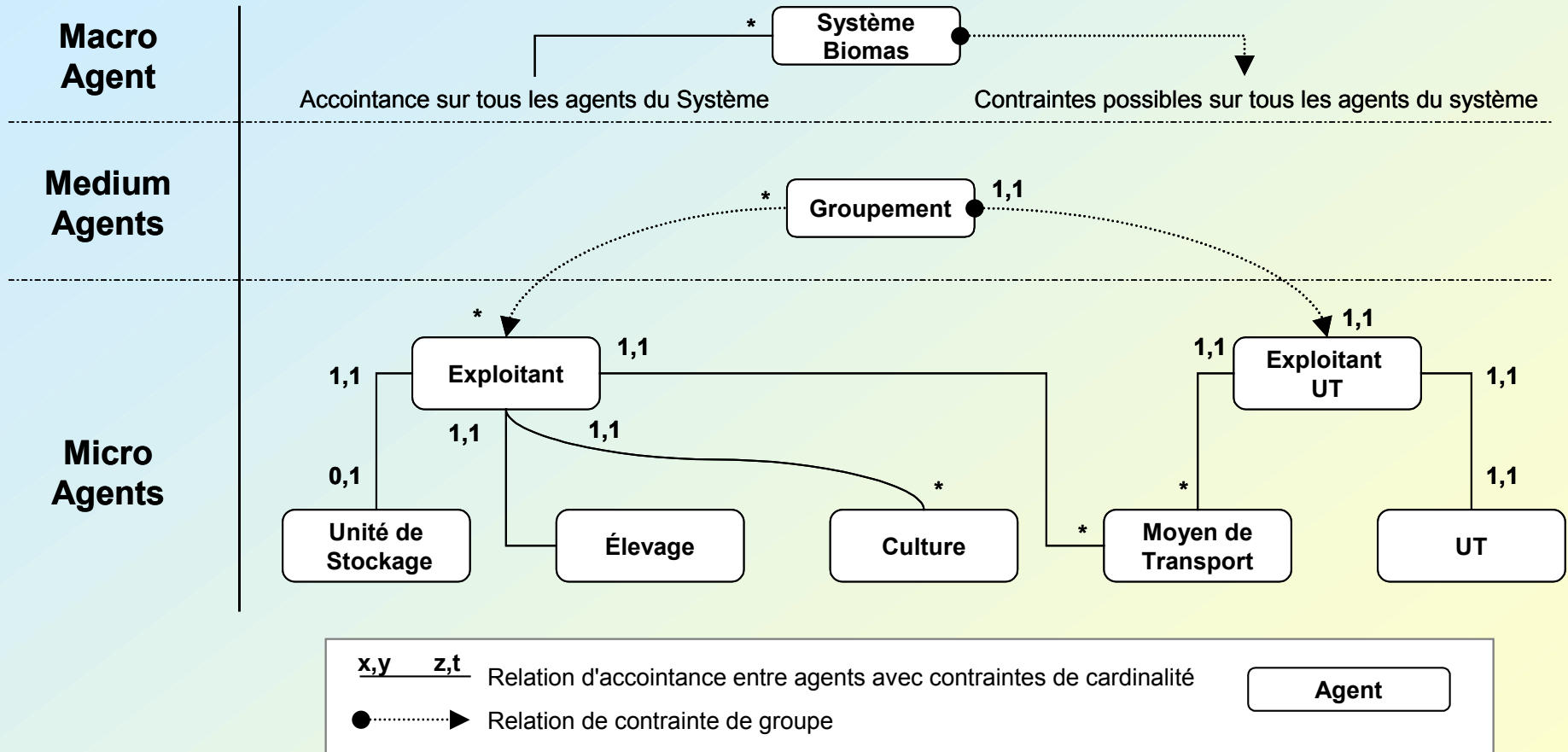


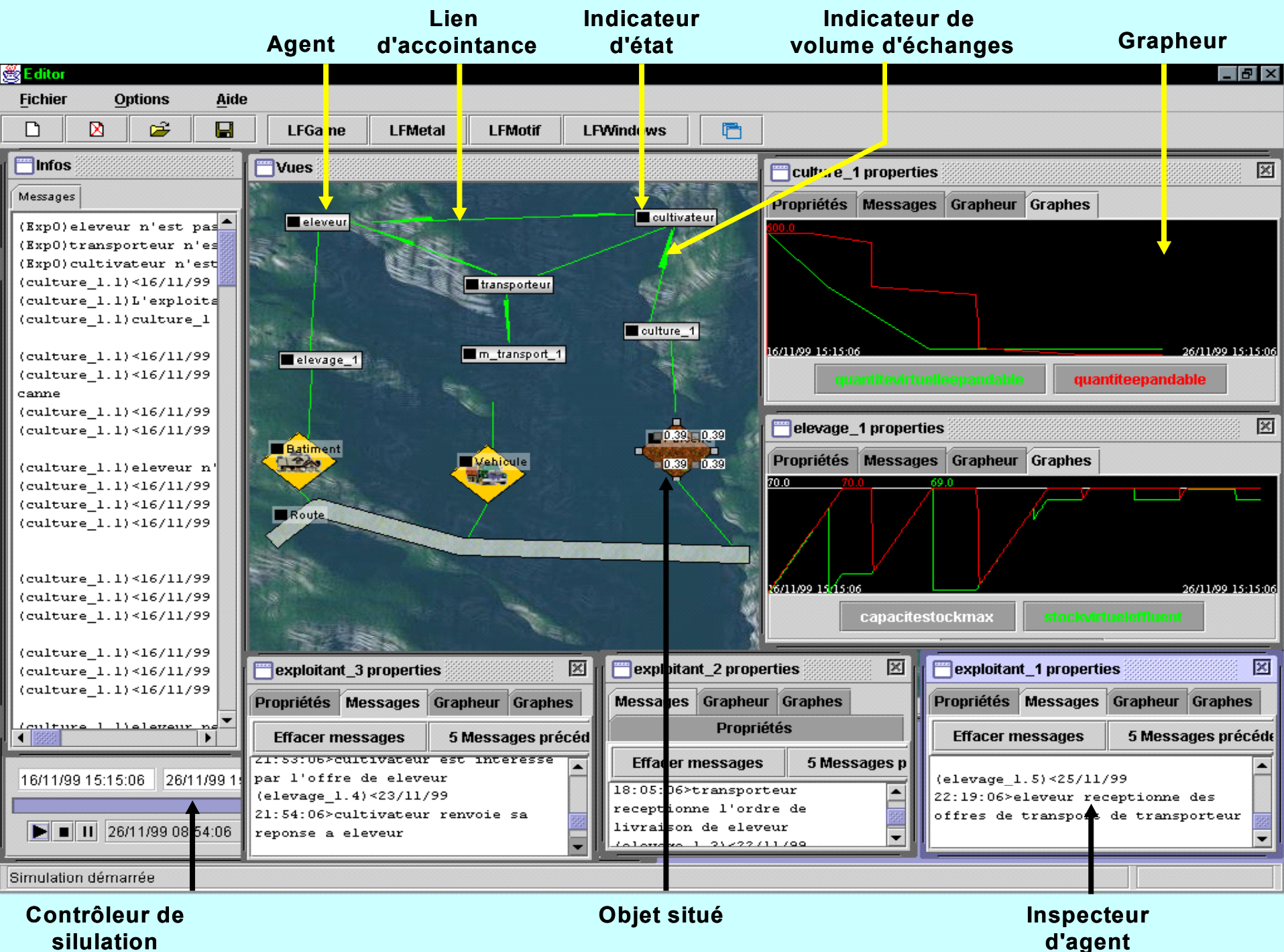
Résultats Magma

VISUALISATION DES RESULTATS DE SIMULATION

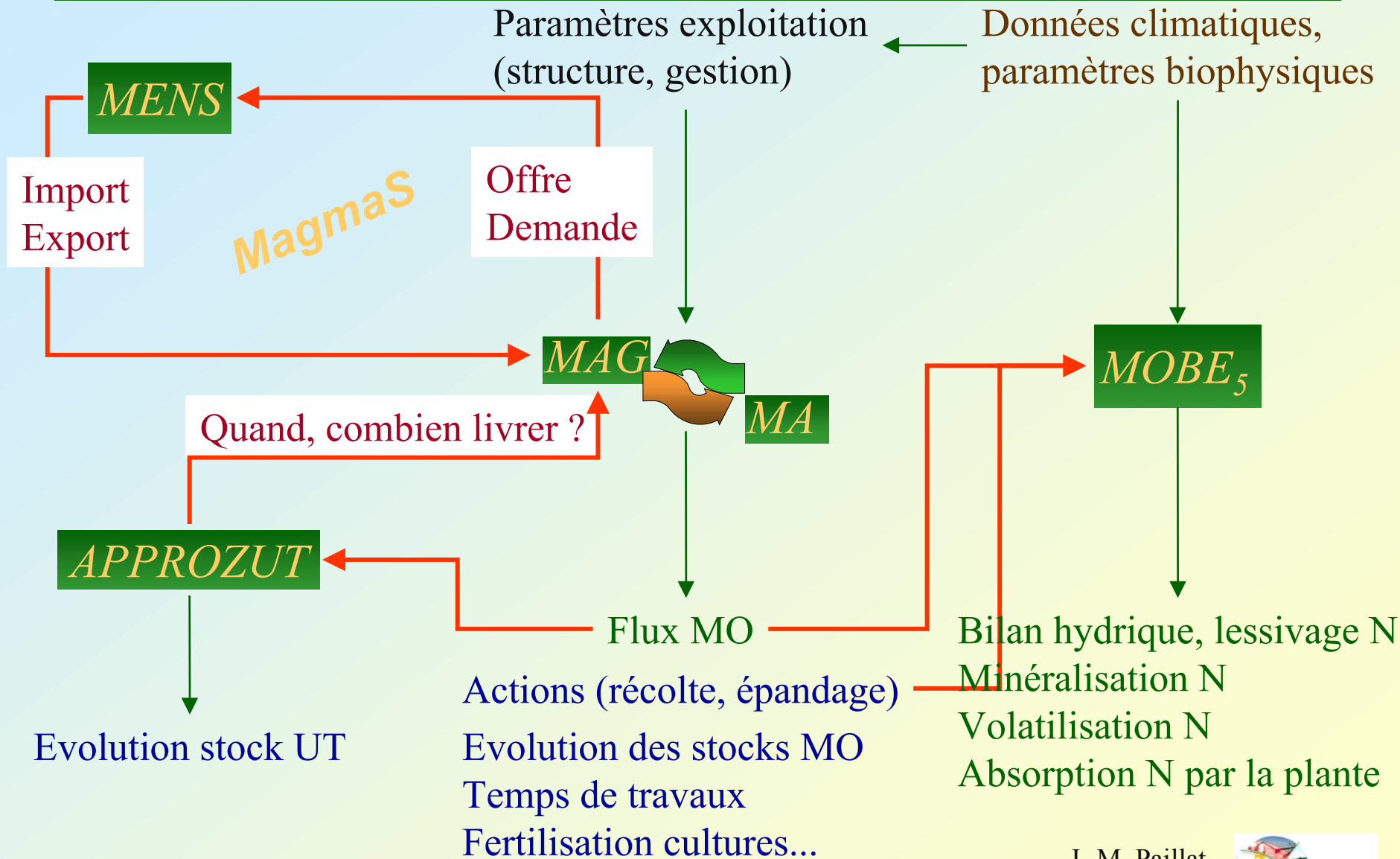


Résultats Biomass (système multi-agents - GEAMAS / Java)



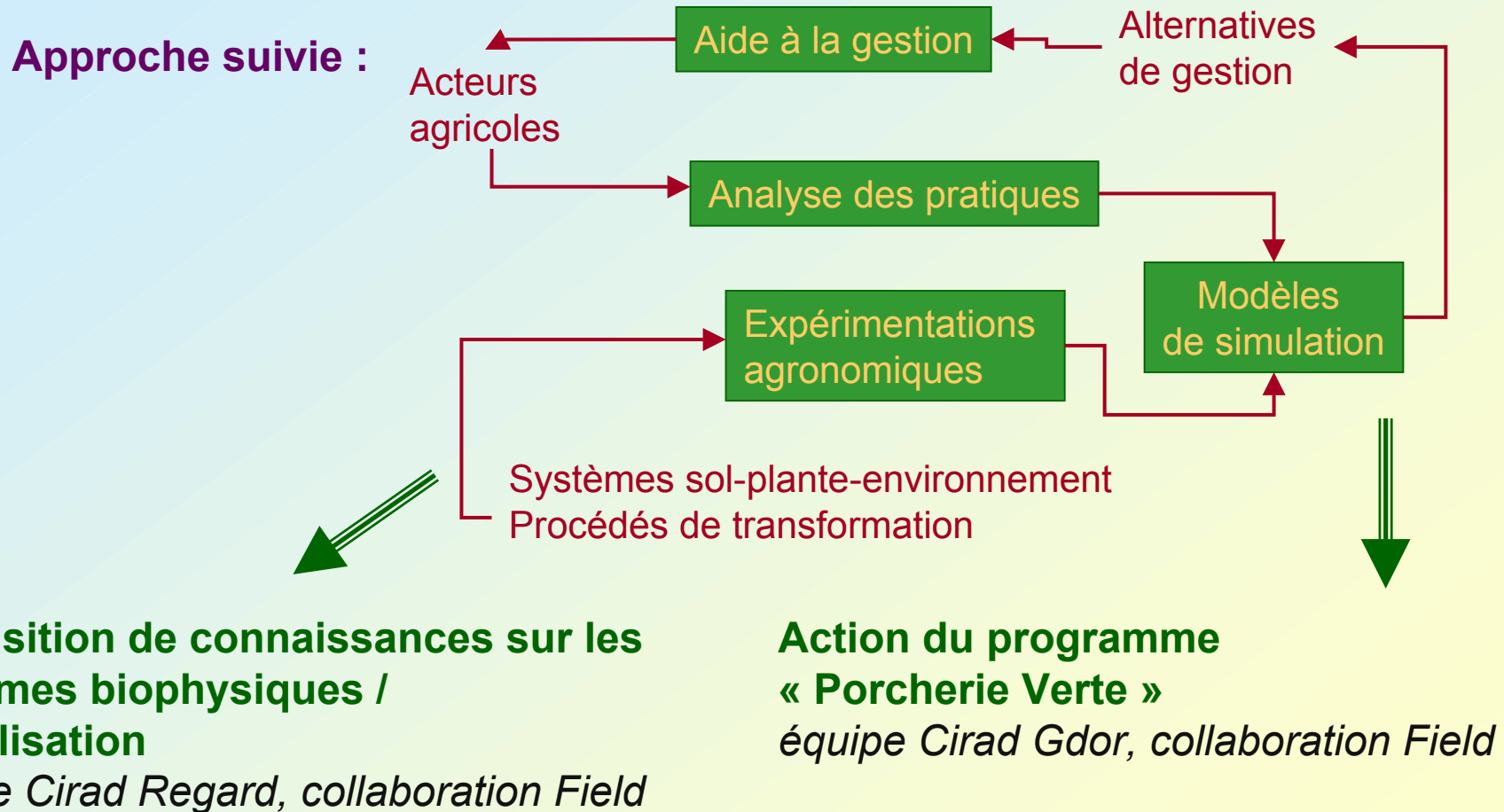


Résultats Couplage de modèles



Perspectives

Publications soumises ou en cours, CD Rom



Bibliographie

- AGRESTE, 2003. Mémento agricole 2003, La Réunion, résultats 2002. Direction de l'agriculture et de la forêt, novembre 2003.
- CHASTEL J.-M., 1995. Le rôle des institutions dans l'évolution de la filière canne à sucre à Réunion. Thèse de doctorat, Ensa, Montpellier.
- COURDIER R., GUERRIN F., ANDRIAMASINORO F.H., PAILLAT J.-M., 2002. Agent-bases simulation of complex systems : application to collective management of animal wastes. Journal of Artificial Societies and Social Simulation : 5 (3) p.30-56.
- GUERRIN F., 2001. Magma: A model to help manage animal wastes at the farm level. Computers and Electronics in Agriculture, 33(1): 35-54.
- GUERRIN F., PAILLAT J.-M., 2003. Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité - cas de la gestion des effluents d'élevage à l'île de la Réunion. Restitution des travaux de l'ATP 99/60. Actes du séminaire, 19-20 juin 2002, Montpellier, Cirad Montpellier : cd rom.
- http://pigtrop.cirad.fr/fr/vie_scientifique/environnement.htm
- MANDRET G., BLANFORT V., HASSOUN Ph., PAILLAT J.M., TILLARD E., 2000. Elevage bovin à la Réunion : synthèse de 15 ans de recherche. G. Mandret coord., Coll. Repères, Cirad., Montpellier, 391 p.
- PAILLAT-JAROUSSEAU H., 2001. Une terre pour cultiver et habiter. Anthropologie d'une localité de l'Ile de La Réunion. Paris: l'Harmattan.
- RAUNET M., 1991. Le milieu physique et les ols de l'île de la Réunion. Conséquences pour la mise en valeur agricole. CIRAD Ed, 2001, cd-rom.
- VAYSSIERES J., GUERRRRIN F., PAILLLAT J.-M., MARTIN-CLOUAIRE R., RELIER J.-P., LECOMTE P., 2004. Modélisation conceptuelle des flux d'azote en exploitation d'élevage bovin laitier à la Réunion. Rapport Cirad-Tera N°15/04, Padef, La Réunion, 34 p.

J.-M. Paillat
UMR SAS



